

Docket No.: SUT-0223  
(PATENT)

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Patent Application of:  
Kenji Sato, et al.

Application No.: NEW APPLICATION

Group Art Unit: N/A

Filed: July 30, 2003

Examiner: Not Yet Assigned

For: RADIATION DETECTOR

**CLAIM FOR PRIORITY AND SUBMISSION OF DOCUMENTS**

MS Patent Application  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

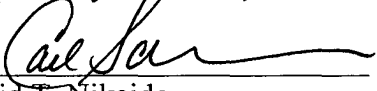
Applicant hereby claims priority under 35 U.S.C. 119 based on the following prior foreign applications filed in the following foreign countries on the dates indicated:

<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Date</u>
Japan	2002-253819	August 30, 2002
Japan	2003-058487	March 5, 2003

In support of this claim, a certified copy of each said original foreign application is filed herewith.

Dated: July 30, 2003

Respectfully submitted,

By   
David T. Nikaido  
Registration No.: 22,663

Carl Schaukowitch  
Registration No.: 29,211

(202) 955-3750  
Attorneys for Applicant

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 8月30日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-253819

[ ST.10/C ]:

[ JP2002-253819 ]

出 願 人

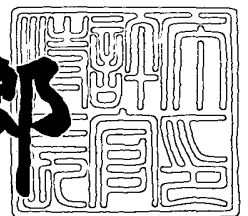
Applicant(s):

株式会社島津製作所

2003年 1月24日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3000911

【書類名】 特許願

【整理番号】 K1020292

【提出日】 平成14年 8月30日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 A61B 6/00

【発明者】

    【住所又は居所】 京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会社島津製作所  
内

    【氏名】 佐藤賢治

【発明者】

    【住所又は居所】 京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会社島津製作所  
内

    【氏名】 佐藤敏幸

【特許出願人】

    【識別番号】 000001993

    【氏名又は名称】 株式会社島津製作所

【代理人】

    【識別番号】 100093056

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 杉谷 勉

    【電話番号】 06-6363-3573

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 045768

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 放射線検出器

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 放射線有感な半導体の一方の側に共通電極を形成してバイアス電圧を印加し、他方の側に複数個の分割電極を形成して、放射線入射によって前記半導体内部に発生する電荷を、各々の分割電極から電気信号として取り出すことによって入射放射線の空間分布を検出する放射線検出器において、前記分割電極側に光を照射する光照射機構を有し、放射線の検出中に光を照射することを特徴とする放射線検出器。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の放射線検出器において、照射する光の波長が、使用する半導体のバンドギャップエネルギーに対応する波長よりも短いことを特徴とする放射線検出器。

【請求項 3】 請求項 1 に記載の放射線検出器において、照射する光の波長が、使用する半導体の透過率半減波長よりも短く、かつ、バンドギャップエネルギーに対応する波長よりも長いことを特徴とする放射線検出器。

【請求項 4】 請求項 1 または請求項 3 に記載の放射線検出器において、前記分割電極を形成する半導体表面に、前記半導体の透過率半減波長とバンドギャップエネルギーに対応する波長との間に透過限界波長を持つ材料を用いて、中間層を形成することを特徴とする放射線検出器。

【請求項 5】 請求項 1 から請求項 4 に記載の放射線検出器において、前記分割電極は透明電極もしくは半透明電極であることを特徴とする放射線検出器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、医療分野、工業分野、原子力分野等の放射線の空間分布を計測するための放射線検出器に関する。

【0002】

【従来の技術】

放射線有感な半導体の一方の側に共通電極を形成してバイアス電圧を印加し、

他方の側に複数個の分割電極を形成して、放射線入射によって前記半導体内部に発生する電荷を、各々の分割電極から電気信号として取り出すことによって入射放射線の空間分布を検出する放射線検出器の製造方法には、大きく分けて次の三通りの方法がある。

## 【 0 0 0 3 】

一に、予め分割電極を形成した基板に半導体膜を形成し、その上に共通電極を形成したもの、二に、予め共通電極を形成した基板に半導体膜を形成し、その上に分割電極を形成したもの、三に、半導体結晶基板の一方の面に共通電極を、他方の面に分割電極を形成したものである。

## 【 0 0 0 4 】

一のものは分割電極側に基板があり、後の二つの場合でも、一般的には、信号を処理するための電子回路基板に分割電極側を接続して使用する。よって、以上三つのいずれの場合においても分割電極側に基板があるため、従来の放射線検出器は、放射線を共通電極側から入射させて検出するものが一般的である。

## 【 0 0 0 5 】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、このような従来例の場合には、次のような問題がある。

すなわち、上述した従来の放射線検出器では、分割電極間のスペースの領域に電界によって移動した電荷が掃き出される電極がなく、放射線によって発生した電荷が溜まりやすいという性質がある。その結果、電気力線が歪んで実効的な有感面積が変化し、感度の変動するという現象が起こる。また、その場合、放射線入射が停止したあとでも、分割電極間のスペースの領域に溜まった電荷が徐々に掃き出されて、残留出力が発生するという現象も起こるという問題がある。

## 【 0 0 0 6 】

さらに、電荷の掃き出しスピードよりも高レートの放射線が入射する場合には、分割電極を形成した領域にも電荷が溜まり、半導体中の電位プロファイルが歪んで分割電極近傍の電位が上昇する。特に、複数個の分割電極と薄膜トランジスタ（T F T）が形成された基板上にアモルファス・セレン（a - S e）および共通電極を形成して、T F Tのスイッチング動作によって信号を順次読み出す構造

の場合、 $a-Se$ には高バイアスを印加して使用する必要があるため、分割電極近傍の電位上昇はTFTのスイッチング動作に影響を及ぼす程度に大きくなる。その結果、読み取り動作が緩慢になる等の現象が起こり、感度変動や残留出力の原因となる。

## 【0007】

以下、上記二つの現象について、それぞれ図10、図11を参照しながら具体的に説明する。なお、図10および図11は、従来例に係る放射線検出器の内部の様子を模式的に説明した断面図である。

## 【0008】

図10(a)は放射線入射前の状態を表す模式図であり、半導体厚膜51内を電気力線が全て平行に走り、分割電極53の幅を $a$ 、奥行き方向の長さを $y$ とすると、有感面積は $a \times y$ となる。この状態から放射線が入射した場合を表す模式図が図10(b)である。分割電極53間のスペースの領域で発生した電荷（電子・正孔）のうち、分割電極53側に移動する電荷（図10(b)の場合は正孔）は、掃き出されるべき電極がないので、半導体厚膜51表面付近で捕獲され滞留する（符号55）。こうして徐々に正孔が溜まっていき、半導体厚膜51内の電気力線が歪んでしまう。この場合の有感面積は、分割電極53間のスペースの幅を $b$ （奥行き方向のスペース幅を $z$ ）とすると、 $(a+b) \times (y+z)$ となる。よって、分割電極53間のスペースの領域に電荷が溜まってしまいうまでの間、感度が $a \times y$ から $(a+b) \times (y+z)$ まで変動（増加）していくことになる。

## 【0009】

また、複数個の分割電極61と薄膜トランジスタ（TFT）スイッチが形成された基板63上にアモルファス・セレン（ $a-Se$ ）65および共通電極67を形成して、TFTスイッチのスイッチング動作によって信号を順次読み出す構造の場合が図11である。なお、アモルファス・セレンの厚みを $d$ で表している。放射線入射前の模式図に示すように図6(a)では、分割電極61近傍の電位は十分小さい。しかし、電荷の掃き出しスピードよりも高レートの放射線が入射すると、分割電極61近傍に電荷が溜まり、図11(b)に示すように、電位プロファイルが歪んで分割電極61近傍の電位が上昇する。アモルファス・セレンの場合

は高バイアスを印加して使用する必要があるため、電位上昇はTFTスイッチを誤動作させるに十分な値となり、読み取り動作が緩慢になる等の現象が起こって、感度変動や残留出力を引き起こす。

## 【0010】

上述したような感度変動が生じると、定量的な放射線検出ができないだけでなく、動画像検出器として使用する場合、徐々に輝度に変化していく現象や、入射する放射線量によって感度変動のカーブが異なるために、前フレームの画像が残像として残るといった現象が起こる。

## 【0011】

この発明は、このような事情に鑑みてなされたものであって、光照射によって分割電極を備えた放射線検出器に発生する電界を安定化させることにより、感度変動のない放射線検出器を提供することを目的とする。

## 【0012】

## 【課題を解決するための手段】

この発明は、このような目的を達成するために、次のような構成をとる。

## 【0013】

すなわち、請求項1に記載の発明は、放射線有感な半導体の一方の側に共通電極を形成してバイアス電圧を印加し、他方の側に複数個の分割電極を形成して、放射線入射によって前記半導体内部に発生する電荷を、各々の分割電極から電気信号として取り出すことによって入射放射線の空間分布を検出する放射線検出器において、前記分割電極側に光を照射する光照射機構を有し、放射線の検出中に光を照射することを特徴とするものである。

## 【0014】

（作用・効果）この発明の放射線検出器の場合、分割電極側に光を照射する光照射機構を有し、放射線の検出動作中は光を照射することにより、放射線入射前の状態でも図2に示すように、光によって発生した電荷のうち一方（共通電極9に正バイアスを印加する場合は正孔）が分割電極3間のスペースの領域にすでに溜まっている。したがって、電気力線が歪み、有感面積は最初から $(a + b) \times (y + z)$ となる。この状態で放射線が入射しても、図3に示すように分割電極

3 間のスペースの領域で発生した電荷のうち、分割電極 3 側に移動する電荷は、電気力線に沿って分割電極 3 に到達し、分割電極 3 間のスペースにさらに電荷が溜まることがないので、電気力線の状態も有感面積も変化せず、感度変動は起こらない。また、放射線入射が停止した後にまで光の照射を継続すると、分割電極 3 間のスペースの領域に溜まった電荷が徐々に掃き出されていくことはなく、残留出力は発生しない。

## 【 0 0 1 5 】

なお、ここでのいう光を照射するとは、放射線の検出中は光を照射し続けたり、断続的に光を照射したりする等、光照射による本発明の作用を奏する照射形態を含むものである。

## 【 0 0 1 6 】

また、請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 に記載の放射線検出器において、照射する光の波長が、使用する半導体のバンドギャップエネルギーに対応する波長よりも短いことを特徴とするものである。

## 【 0 0 1 7 】

(作用・効果) 照射する光の波長が、使用する半導体のバンドギャップエネルギーに対応する波長よりも短いため、照射光が半導体内部にまで侵入することはない、分割電極を形成した側の極近傍だけに作用するため、光によって発生する電荷が溜まる領域が分割電極を形成した側の極近傍だけに限定されるため、不感領域を低減することができる。

## 【 0 0 1 8 】

また、請求項 3 に記載の発明は、請求項 1 に記載の放射線検出器において、照射する光の波長が、使用する半導体の透過率半減波長よりも短く、かつ、バンドギャップエネルギーに対応する波長よりも長いことを特徴とするものである。

## 【 0 0 1 9 】

(作用・効果) 照射する光の波長が、使用する半導体の透過率半減波長よりも短く、かつ、バンドギャップエネルギーに対応する波長よりも長いため、照射光が一部半導体内部深くにまで侵入して不感領域が広がるが、逆に、バンドギャップエネルギーよりも照射光のエネルギーが小さいため、照射光による半導体の損



傷（結晶欠陥の発生）や、照射光自体による電荷検出に起因する暗電流の増加はなくなる。照射光による半導体の損傷作用は、アモルファス・セレン（a-Se）のようなアモルファス半導体において大きいため、アモルファス半導体を用いた放射線検出器では、請求項3は特に有効である。

## 【0020】

また、請求項4に記載の発明は、請求項1または請求項3に記載の放射線検出器において、前記分割電極を形成する半導体表面に、前記半導体の透過率半減波長とバンドギャップエネルギーに対応する波長との間に透過限界波長を持つ材料を用いて、中間層を形成することを特徴とするものである。

## 【0021】

（作用・効果）分割電極を形成する半導体表面に、前記半導体の透過率半減波長とバンドギャップエネルギーに対応する波長との間に透過限界波長を持つ材料を用いて、中間層を形成するため、フィルター効果によって、照射光の波長を限定せずとも、請求項3の効果を得ることができる。

## 【0022】

また、請求項5に記載の発明は、請求項1から請求項4に記載の放射線検出器において、前記分割電極は透明電極もしくは半透明電極であることを特徴とするものである。

## 【0023】

（作用・効果）分割電極は透明もしくは半透明であるので、照射光は分割電極間のスペース領域だけでなく、分割電極形成領域にも照射されるため、電荷の掃き出しスピードよりも高レートの放射線が入射して分割電極近傍に電荷が一旦溜まっても、照射光のエネルギーによってすぐにまた励起されて運動エネルギーを与えられるので、電位プロファイルが歪むことはなく、分割電極3近傍の電位は上昇しない。よって、高バイアスを印加して使用する必要があるa-Seの場合でも、TFTスイッチは正常な動作を維持できる。

## 【0024】

## 【発明の実施の形態】

本発明の実施形態を、以下図面を参照しながら説明する。

図 1 から図 5 を参照して放射線検出器の一例について説明する。なお、図 1 は放射線検出器の概略断面図であり、図 2 は放射線検出器の第 1 の作用を説明する図であって、放射線入射前の状態を示す模式図であり、図 3 は放射線入射中の状態を示す模式図であり、図 4 はバンドギャップに対応する波長よりも短い波長の光を照射した状態を示す模式図である。

## 【 0 0 2 5 】

本実施形態の放射線検出器は、図 1 に示すように、ガラス基板等の透明な絶縁性基板上に薄膜トランジスタ (T F T) スイッチ、電荷蓄積コンデンサ、および分割電極 3 が形成された T F T 基板 5 上に、アモルファス・セレン (a - S e) 半導体厚膜 7 が形成され、a - S e 半導体厚膜 7 の上面には、電圧印加用の共通電極 9 が形成されている。T F T 基板 5 の分割電極 3 側である裏面には、ピーク発光波長が 5 7 0 n m 位の緑色発光ダイオードを内部に面実装した面発光プレート 1 1 が透明な接着剤によって取付けられている。この面発光プレート 1 1 は、放射線検出動作の間中、T F T 基板 5 を通して a - S e 半導体厚膜 7 の分割電極 3 側に均一に光を照射することができる。

## 【 0 0 2 6 】

面発光プレート 1 1 による光照射は、信号処理回路 1 3 およびゲートドライバ 1 5 によって電荷が電気信号として読み出される間中は少なくとも継続されるようになっている。

## 【 0 0 2 7 】

なお、上述した面発光プレート 1 1 がこの発明における光照射機構に相当する。

## 【 0 0 2 8 】

このように構成された放射線検出器では、面発光プレート 1 1 から光を照射することにより、放射線入射前の状態でも図 2 に示すように、光によって発生した電荷のうち一方（共通電極 9 に正バイアスを印加する場合は正孔）が分割電極 3 間のスペースの領域にすでに溜まっている（符号 A で示す）。したがって、半導体厚膜 7 中に点線矢印で示すように電気力線が歪み、有感面積は最初から  $(a + b) \times (y + z)$  となる。

## 【 0 0 2 9 】

この状態で放射線が入射しても、図 3 に示すように分割電極 3 間のスペースの領域で発生した電荷（電子・正孔）のうち、分割電極 3 側に移動する電荷（図 1 の構成の場合は正孔）は、電気力線に沿って分割電極 3 に到達し、分割電極 3 間のスペースにさらに電荷が溜まることがないので、電気力線の状態も有感面積も変化せず、感度変動は起こらない。また、放射線入射が停止したあとでも面発光プレート 1 1 からの光の照射を継続すると、分割電極 3 間のスペースの領域に溜まった電荷が徐々に掃き出されていくことはなく、残留出力は発生しない。

## 【 0 0 3 0 】

また、面発光プレート 1 1 内の発光ダイオード素子の発光波長を選択すれば、請求項 2 または請求項 3 に記載の発明を実施できる。

## 【 0 0 3 1 】

例えば、半導体に 1 mm 厚のアモルファス・セレン（a-Se）を使用する場合、透過率半減波長は 7 4 0 nm、バンドギャップエネルギー 2. 2 e V に対応する波長は 5 6 0 nm であるので、ピーク発光波長が 4 5 0 nm 位の青色発光ダイオードを使用すれば、バンドギャップエネルギー 2. 2 e V に対応する波長よりも短い波長の光を照射できる。

## 【 0 0 3 2 】

このように照射する光の波長を、使用する半導体のバンドギャップエネルギーに対応する波長よりも短いものにとすると、図 4 に示すように、照射光が半導体内部奥にまで侵入することではなく、浅い位置（図中の符号 d p）までしか進入しない。したがって、分割電極 3 を形成した側の極近傍だけに作用するため、光によって発生する電荷が溜まる領域が分割電極 3 を形成した側の極近傍だけに限定され、不感領域を低減することができる。

## 【 0 0 3 3 】

また、ピーク発光波長が 5 9 0 nm 位の黄色発光ダイオードやピーク発光波長が 6 3 0 nm 位の赤色発光ダイオードを使用すれば、透過率半減波長よりも短く、かつ、バンドギャップエネルギーに対応する波長よりも長い波長の光を照射することができる。

## 【 0 0 3 4 】

このように照射する光の波長を、使用する半導体の透過率半減波長よりも短く、かつ、バンドギャップエネルギーに対応する波長よりも長くすると、照射光が一部半導体内部深くにまで侵入して不感領域が広がるが、逆に、バンドギャップエネルギーよりも照射光のエネルギーが小さいため、照射光による半導体の損傷（結晶欠陥の発生）や、照射光自体による電荷検出に起因する暗電流の増加はなくなる。照射光による半導体の損傷作用は、アモルファス・セレン（a-Se）のようなアモルファス半導体において大きいため、アモルファス半導体を用いた放射線検出器では請求項 3 は特に有効である。

## 【 0 0 3 5 】

なお、分割電極 3 を ITO 等の透明もしくは半透明電極にした場合、照射光は分割電極 3 間のスペース領域だけでなく、分割電極 3 自体を通してその形成領域（上部）にも照射されるため、電荷の掃き出しスピードよりも高レートの放射線が入射して分割電極近傍に電荷が一旦溜まっても、図 5 に示すように照射光のエネルギーによってすぐにまた励起されて運動エネルギーを与えられるので、電位プロファイルが歪むことはなく、分割電極 3 近傍の電位は上昇しない。よって、高バイアスを印加して使用する必要がある a-Se の場合でも、TFT スイッチ 8 は正常な動作を維持できる。

## 【 0 0 3 6 】

なお、図 1 に示すように、撮影者等によって手動でオンオフされる手動スイッチ 16A と、この指示に基づいて面発光プレート 11 に発光に要する電力を供給する電源 16B とを備え、放射線の検出中に光を手動で継続的に照射させたり、断続的に照射させたりするように構成してもよい。

## 【 0 0 3 7 】

また、制御部 16C を備え、上述したように光照射を自動的に制御するように構成してもよい。

## 【 0 0 3 8 】

次に、本実施形態の放射線検出器の変形実施例について、図 6 および図 7 を参照しながら説明する。なお、図 6 は変形実施例である X 線検出器の概略構成を示

す縦断面図であり、図 7 は  $a-Se$  と  $Sb_2S_3$  薄膜の透過率を示すグラフである。

#### 【0039】

図 6 に示すように、ガラス基板等の透明な絶縁性基板上に薄膜トランジスタ (TFT) スイッチ 17、電荷蓄積コンデンサ 19、および分割電極 3 が形成された TFT 基板 5 上に、厚さ  $1\mu m$  の三硫化二アンチモン ( $Sb_2S_3$ ) 薄膜からなる中間層 21 が形成され、その上にアモルファス・セレン ( $a-Se$ ) 半導体厚膜 7 と、 $a-Se$  半導体厚膜 7 の上面に、電圧印加用の共通電極 9 が形成されている。

#### 【0040】

TFT 基板 5 の共通電極 9 側にあたる裏面には、アクリル板の表面を微細加工した導光板 23 が透明な接着剤によって取付けられており、導光板 23 の端面には白色光源である冷陰極管 25 が取付けられている。この発明の光照射機構に相当する導光板 23 および冷陰極管 25 は、放射線検出動作の間中、TFT 基板 5 を通して  $a-Se$  半導体厚膜 7 の分割電極 3 側に均一に光を照射することができる。

#### 【0041】

例えば、半導体厚膜 7 に  $1mm$  厚のアモルファス・セレン ( $a-Se$ ) を使用する場合、図 7 に示すように、透過率半減波長は  $740nm$ 、バンドギャップエネルギー  $2.2eV$  に対応する波長は  $560nm$  であるので、 $560nm \sim 740nm$  に透過限界波長がある材料を用いて中間層 21 を形成すればよい。例えば、厚さ  $1\mu m$  の三硫化二アンチモン ( $Sb_2S_3$ ) 薄膜の透過限界波長は  $580nm$  であるので、アモルファス・セレンと分割電極 3 との間に厚さ  $1\mu m$  の三硫化アンチモン薄膜を形成すれば、冷陰極管 5 から導かれた白色光の内、 $580nm$  以下の短波長成分がカットされ、バンドギャップエネルギーよりも照射光のエネルギーは小さくなるため、照射光による半導体の損傷や、暗電流の増加がなくなる。使用する半導体厚膜 7 の材質によって、中間層 21 の材質や厚さを選択する必要があるが、照射光の波長を限定する必要がなくなるという効果が得られる。換言すると、照射光源として単色光源を用いずに白色光源を用いた場合でも、照射

損傷や暗電流の増加を引き起こすことなく、感度変動のない放射線検出器を得ることができる。

#### 【0042】

また、冷陰極管5の代わりに、ピーク発光波長570nm程度の緑色発光ダイオードを用いても、580nm以下の波長成分はカットされ、580nm以上の波長成分が有効に働くので、 $Sb_2S_3$ と緑色発光ダイオードの組み合わせは、より最適な組み合わせといえる。

#### 【0043】

本実施形態の放射線検出器と、その変形実施例は、共通電極9にバイアス電圧を印加し、照射光を照射した状態で動作させ、放射線入射によって半導体厚膜7内部に発生する電荷（電子・正孔）が、それぞれ両電極方向に移動することによって誘起される電荷を、分割電極3を介して接続されたTFT基板5上の電荷蓄積コンデンサ19に一旦蓄積し、外部から制御された読み出しタイミングに応じて、ゲートドライバ15からオン信号が送り込まれて薄膜トランジスタ（TFT）スイッチ19がオン（接続）となり、蓄積電荷が放射線検出信号として外部接続された信号処理回路13に逐次送り出されて、2次元の放射線像を得る構成になっている。

#### 【0044】

##### 『実施例』

次に、本実施形態の放射線検出器で、感度変動が抑制されることを実際に確かめるために、分割電極3を透明電極材料の代表的なものである材料ITOで構成し、電極サイズ $a = 130\mu m$ 、電極ピッチ $a + b = 150\mu m$ で形成したTFT基板5上に、厚さ $1\mu m$ の中間層 $Sb_2S_3$ 薄膜4を形成し、その上に厚さ $1\mu m$ の $a-Se$ 半導体層7を形成した後、厚さ $0.1\mu m$ の共通電極Au膜9を形成した。そして、TFT基板5の裏面に緑色の面発光ダイオードを透明接着剤で取付けた試験用検出器を作製して、発光ダイオードの照射時と非照射時とで感度変動および残像現象の程度を比較した。

#### 【0045】

図8に、X線管からのX線を、管電圧55kV、管電流25mA、距離1mの

条件で試験用検出器に4秒間照射して停止した場合の出力変化を示す。発光ダイオード非照射時は、応答性が鈍く、出力が徐々に上昇、すなわち感度の変動していくが、発光ダイオード照射時はほぼ瞬時に出力が上昇し、X線照射中は一定であることがわかる。また発光ダイオード非照射時は、X線停止後の切れが悪く、残留出力が1秒以上続いていることがわかる。

## 【0046】

次に図9に、X線管からのX線の照射量を上げ、管電圧55kVで管電流を50mAから80mAまで上げていった場合の出力変化を示す。発光ダイオード非照射時は、応答性がさらに鈍くなり、電極サイズと電極間隔から説明される値をはるかに超えて出力が変動する。また、X線停止後も奇妙な残留カーブを示し、TFTスイッチ17が誤動作していると推定される。しかし、発光ダイオード照射時は、この現象は全く起こらず、ほぼ瞬時に出力が上昇してX線照射中は一定であり、X線停止後の残留出力もほとんどないことがわかる。

## 【0047】

なお、この発明は上述した実施例に限定されるものではなく、以下のように変形実施が可能である。

## 【0048】

(1) 上述した実施例では、光照射機構が放射線検出器の下側に取付けられているが、放射線検出器の共通電極9が上側に位置する場合には、光照射機構を放射線検出器の上側に取付けるようにしてもよい。

## 【0049】

(2) 光照射機構による光照射は、放射線の検出中を含む前後においても照射するようにしてもよい。

## 【0050】

## 【発明の効果】

以上の説明から明らかなように、請求項1から5に記載の放射線検出器によれば、放射線有感な半導体の一方の側に複数個の分割電極を形成して、入射放射線の空間分布を検出する放射線検出器において、分割電極側に光を照射する機構を有し、光を照射中に、放射線の検出動作を行うため、分割電極間のスペースの領

域で発生した電荷（電子・正孔）は、光によってすでに溜まっている電荷によって曲げられた電気力線に沿って分割電極に移動するため、電気力線の状態が変化することではなく、有感面積も変化せず、感度変動は起こらない。また、放射線入射が停止したあとでも光が照射されたままであるので、分割電極間のスペースの領域に溜まった電荷が徐々に掃き出されていくことはなく、残留出力は発生しない。

【 0 0 5 1 】

さらに、分割電極が透明もしくは半透明電極であるので、照射光は分割電極間のスペース領域だけでなく、分割電極形成領域にも照射されるため、電荷の掃き出しスピードよりも高レートの放射線が入射する場合でも、分割電極近傍に電荷が一旦溜まっても、照射光のエネルギーによってすぐにまた励起されて運動エネルギーを与えられるので、電位プロファイルが歪むことはなく、分割電極近傍の電位は上昇せず、T F T が誤動作するようなことはない。

【 0 0 5 2 】

よって、感度変動や残留出力のない、非常に定量性の高い放射線検出器を得ることができる。この効果は特に放射線動画像検出器として使用する場合に顕著に現れ、徐々に輝度に変化していく現象や、前フレームの画像が残像として残るといった現象が起こらないため、医療診断分野や、非破壊検査分野の進歩に大きく貢献することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の一実施形態である放射線検出器の概略構成を示す縦断面図である。

【図 2】

本発明の放射線検出器の第 1 の作用を説明する図であり、放射線入射前の状態を示す模式図である。

【図 3】

本発明の放射線検出器の第 1 の作用を説明する図であり、放射線入射中の状態を示す模式図である。

【図 4】



本発明の放射線検出器の第 1 の作用を説明する図であり、バンドギャップに対応する波長よりも短い波長の光を照射した状態を示す模式図である。

【図 5】

本発明の放射線検出器の第 2 の作用を説明する図である。

【図 6】

本発明の一実施形態の変形実施例である X 線検出器の概略構成を示す縦断面図である。

【図 7】

a - S e と S b <sub>2</sub> S <sub>3</sub> 薄膜の透過率を示すグラフである。

【図 8】

実施例に係る試験用の X 線検出器の特性を比較するグラフである。

【図 9】

実施例に係る試験用の X 線検出器の特性を比較するグラフである。

【図 1 0】

従来例に係る放射線検出器の第 1 の課題を説明する模式図であり、( a ) は放射線入射前、( b ) は放射線入射中を示す。

【図 1 1】

従来例に係る放射線検出器の第 2 の課題を説明する模式図であり、( a ) は放射線入射前、( b ) は放射線入射中を示す。

【符号の説明】

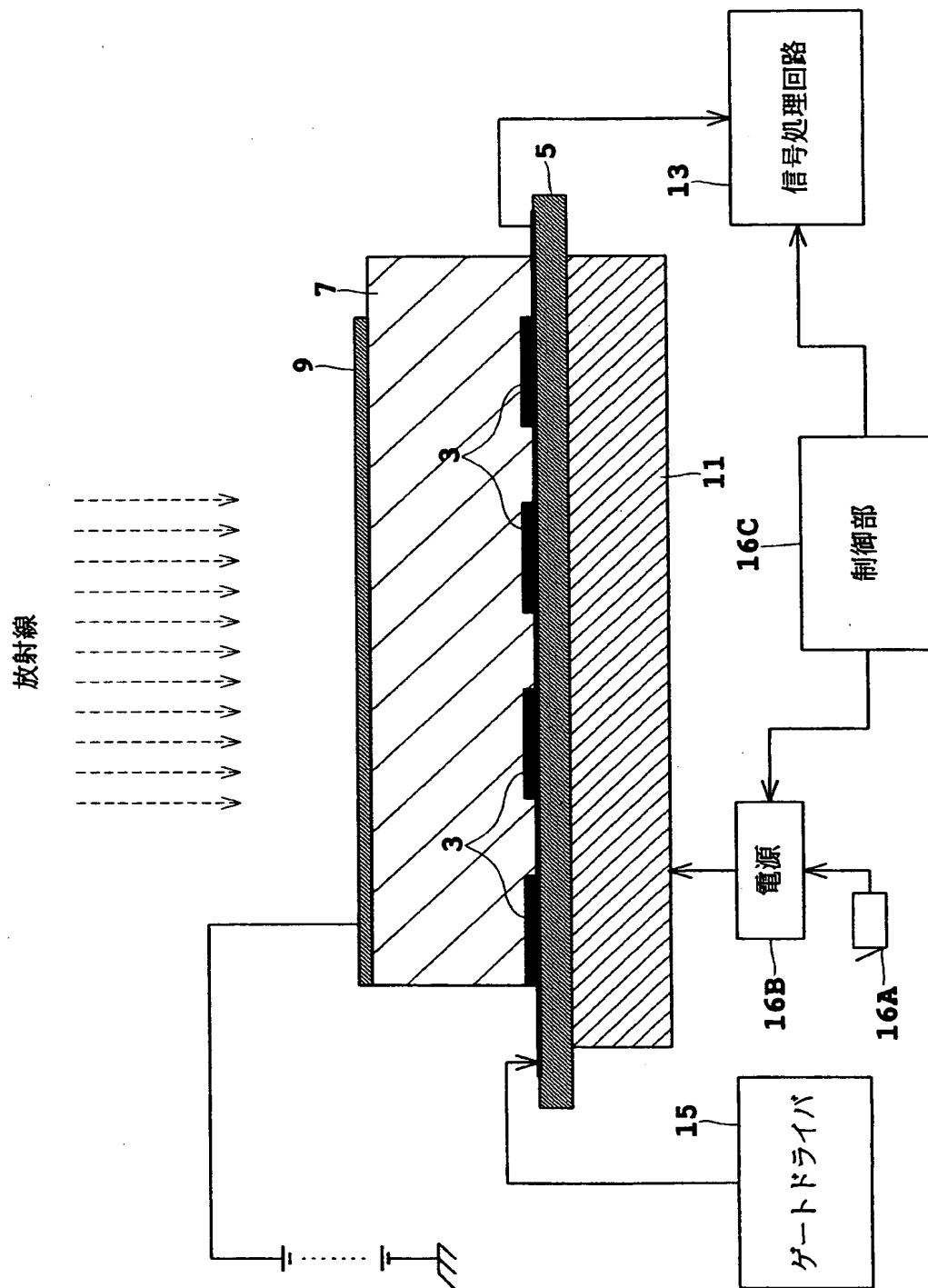
- 3 … 分割電極
- 5 … T F T 基板
- 7 … 半導体厚膜
- 9 … 共通電極
- 1 1 … 面発光プレート（光照射機構）
- 1 3 … 信号処理回路
- 1 5 … ゲートドライバ
- 1 7 … T F T スイッチ
- 1 9 … 電荷蓄積コンデンサ

- 2 1 ... 中間層
- 2 3 ... 導光板
- 2 5 ... 冷陰極管

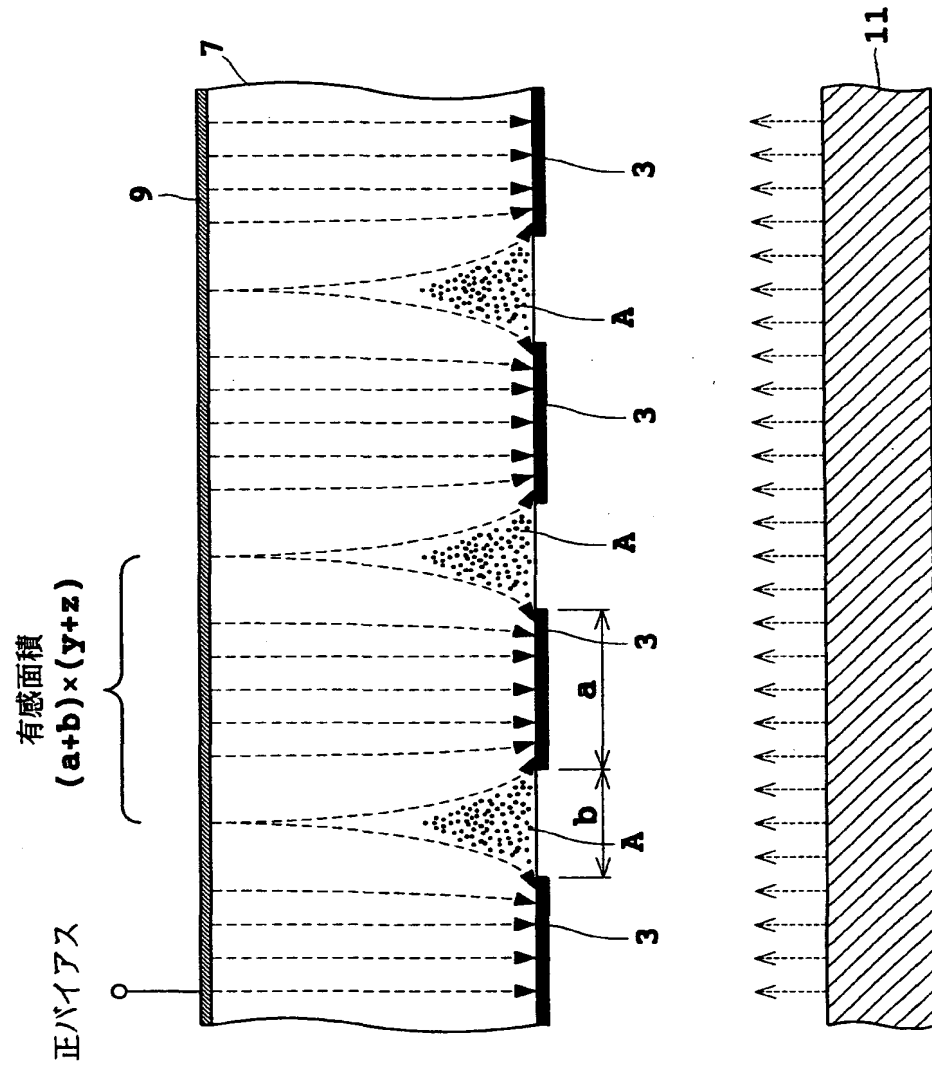
【書類名】

図面

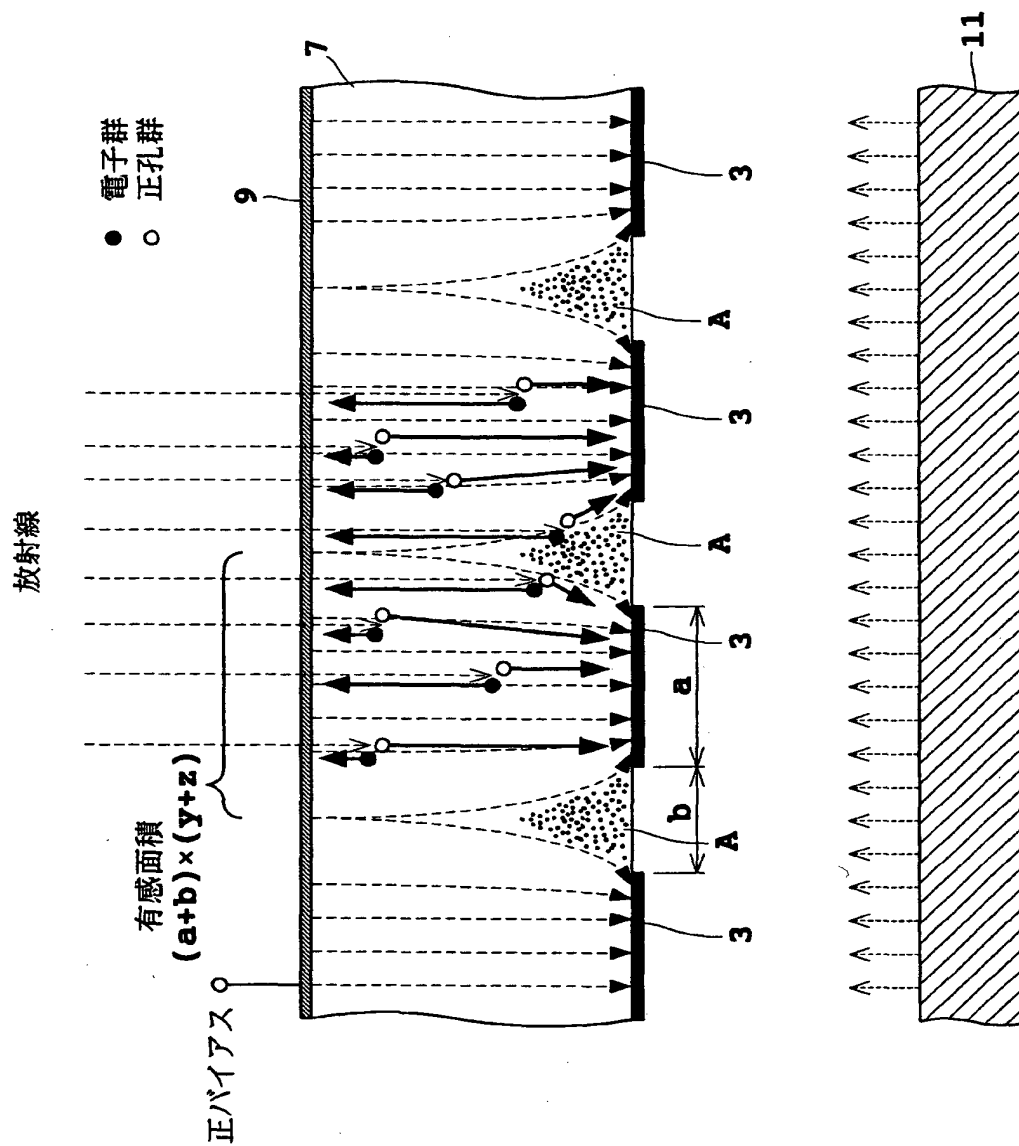
【図1】



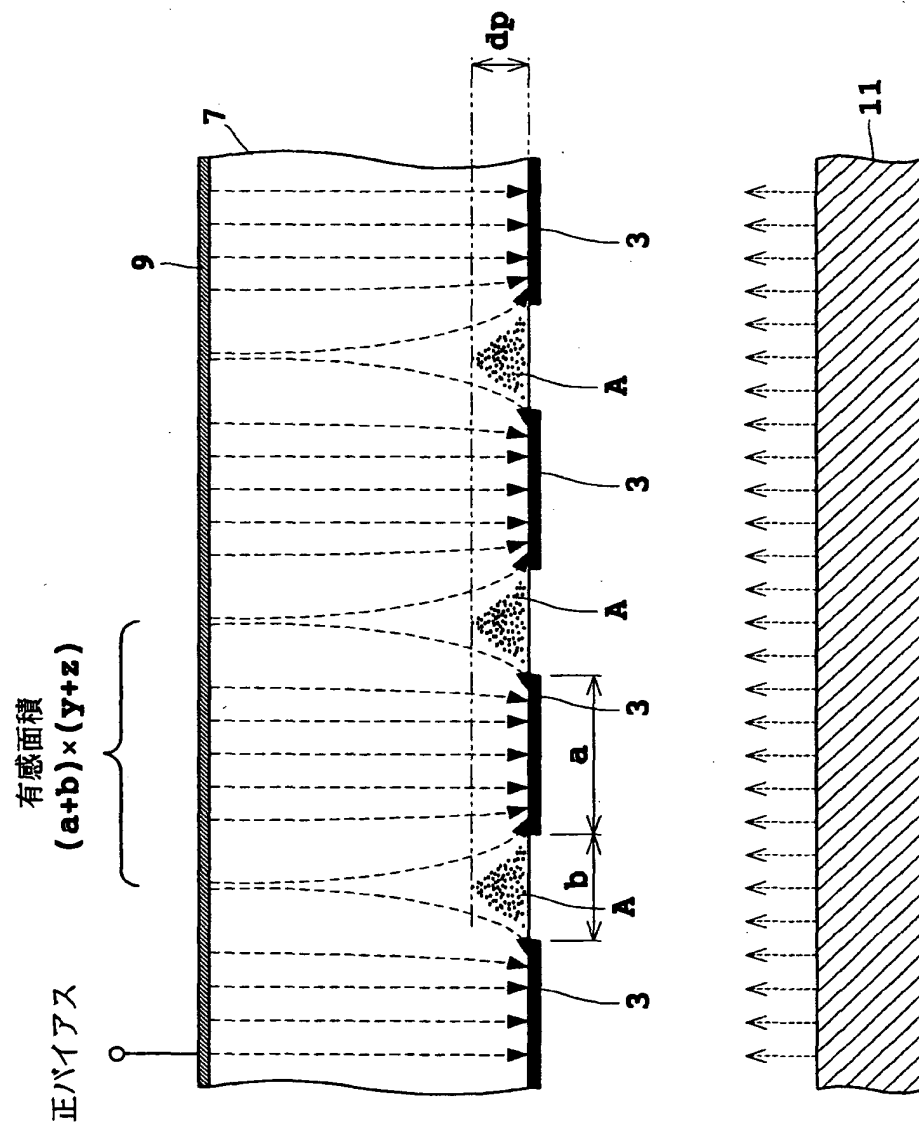
【図 2】



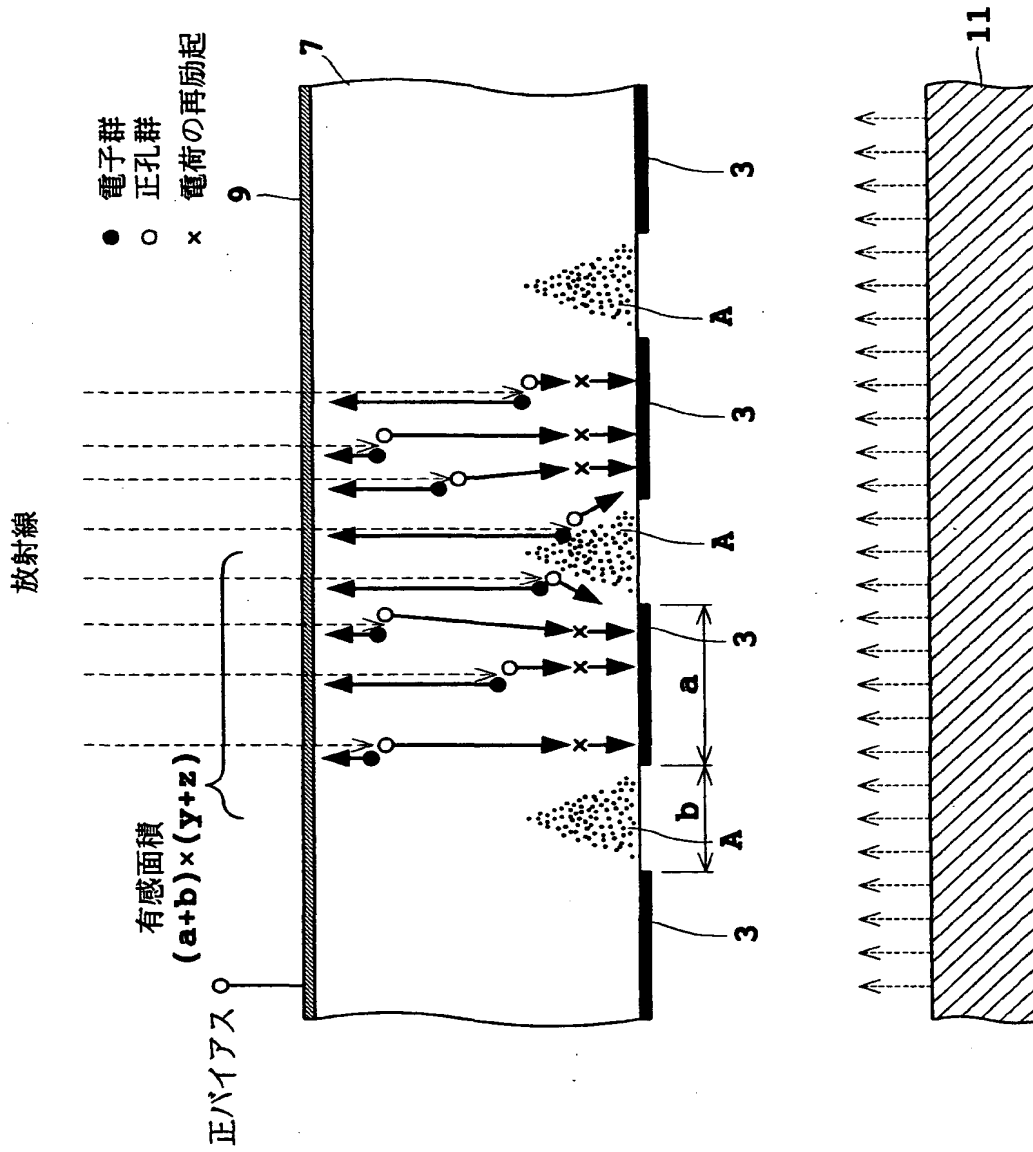
【図 3】



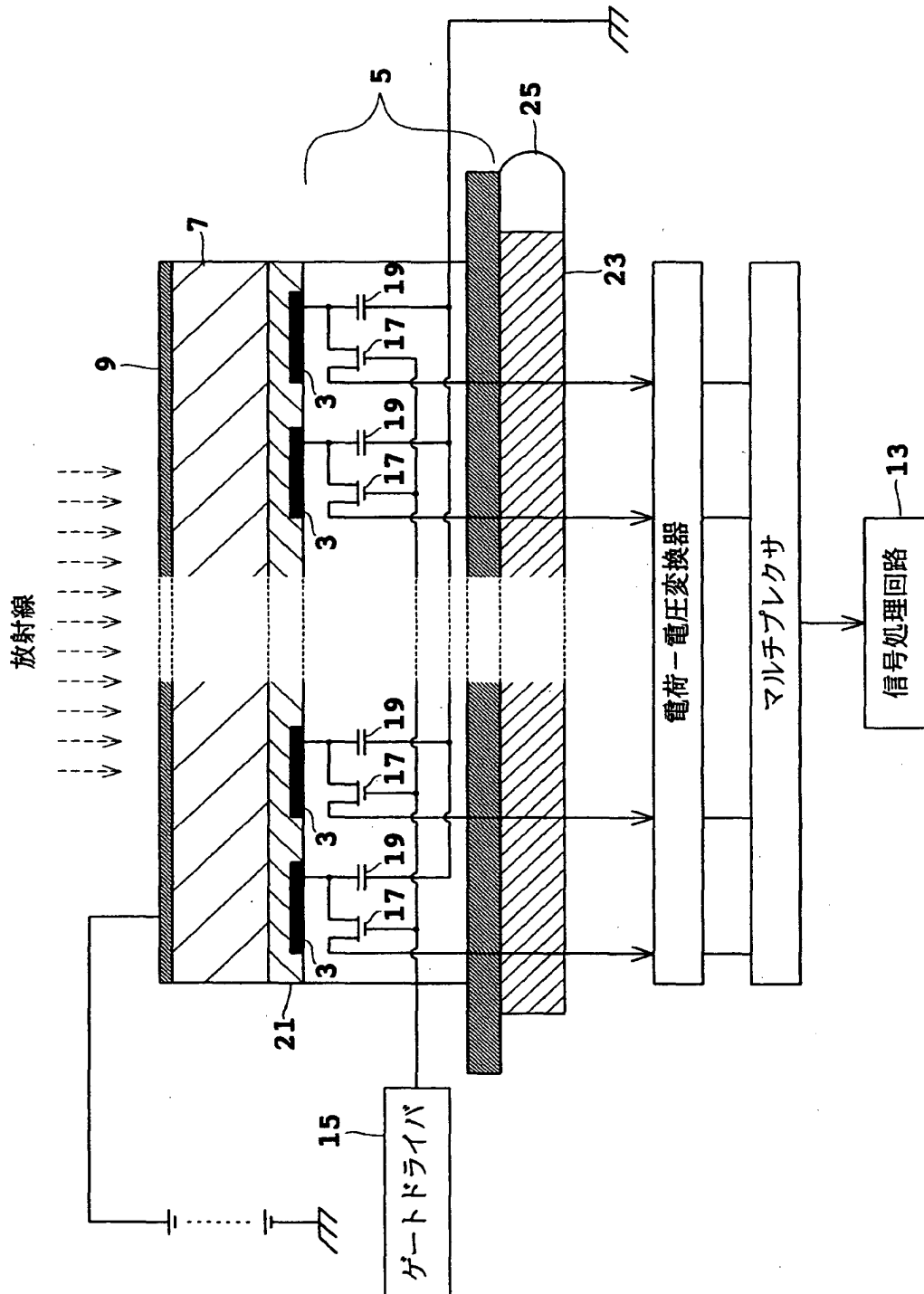
【図4】



【図5】

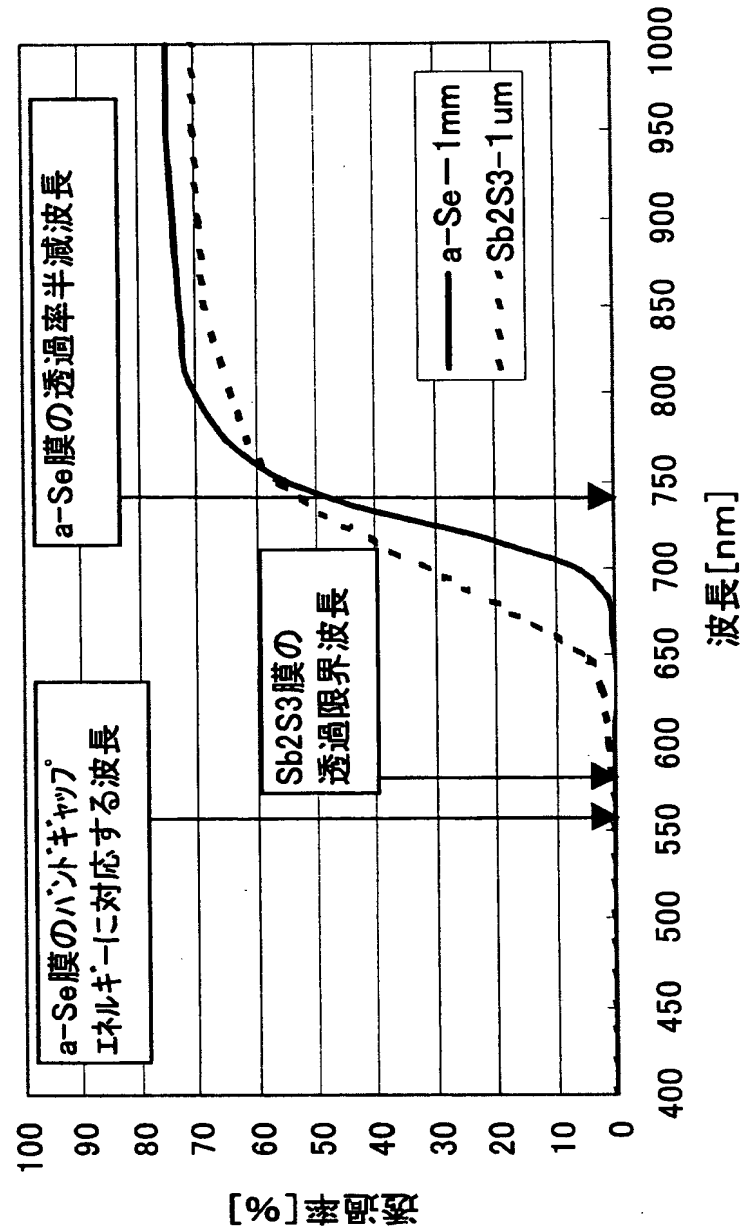


【図 6】

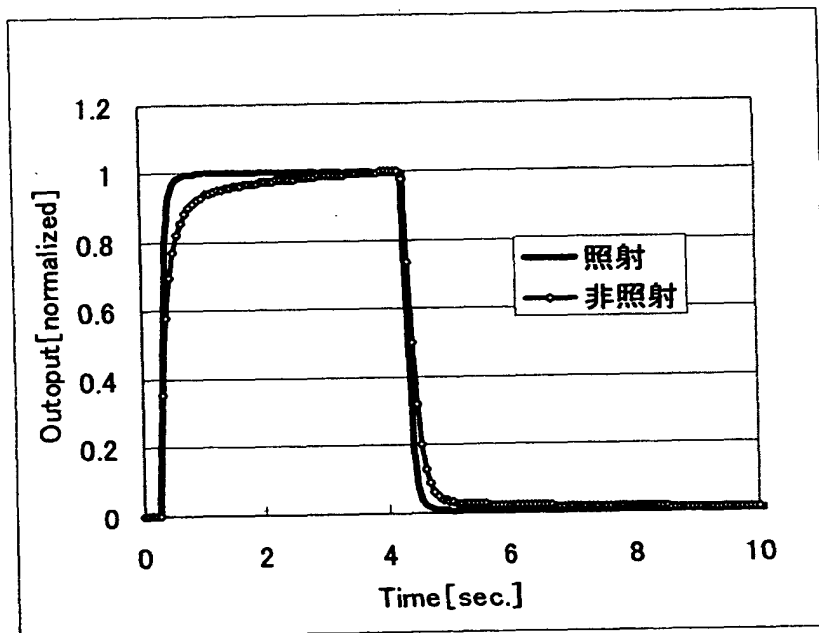




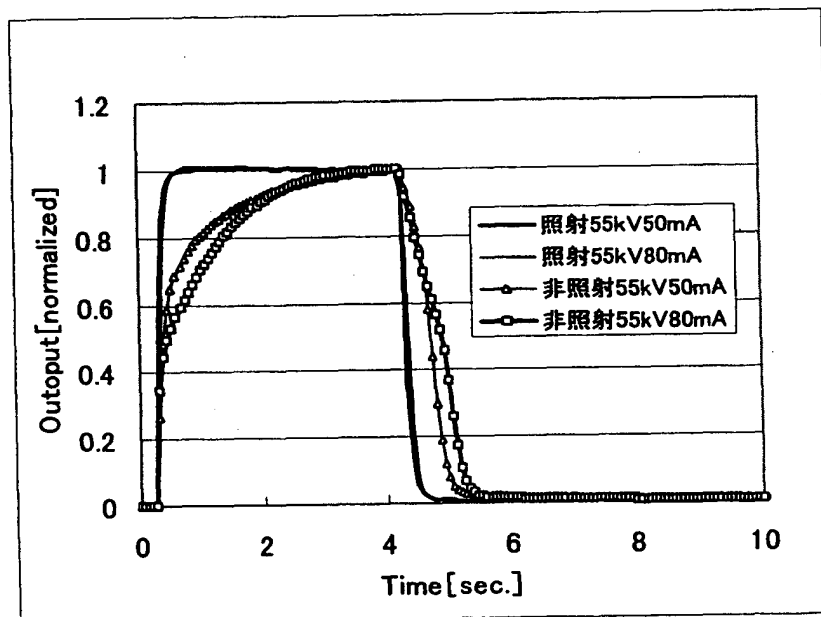
【図 7】



【図8】

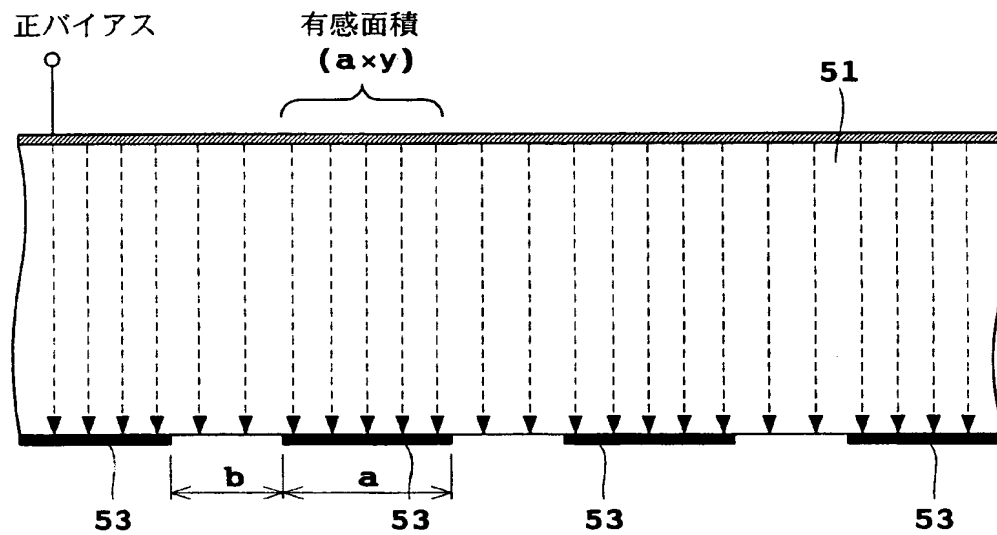


【図9】

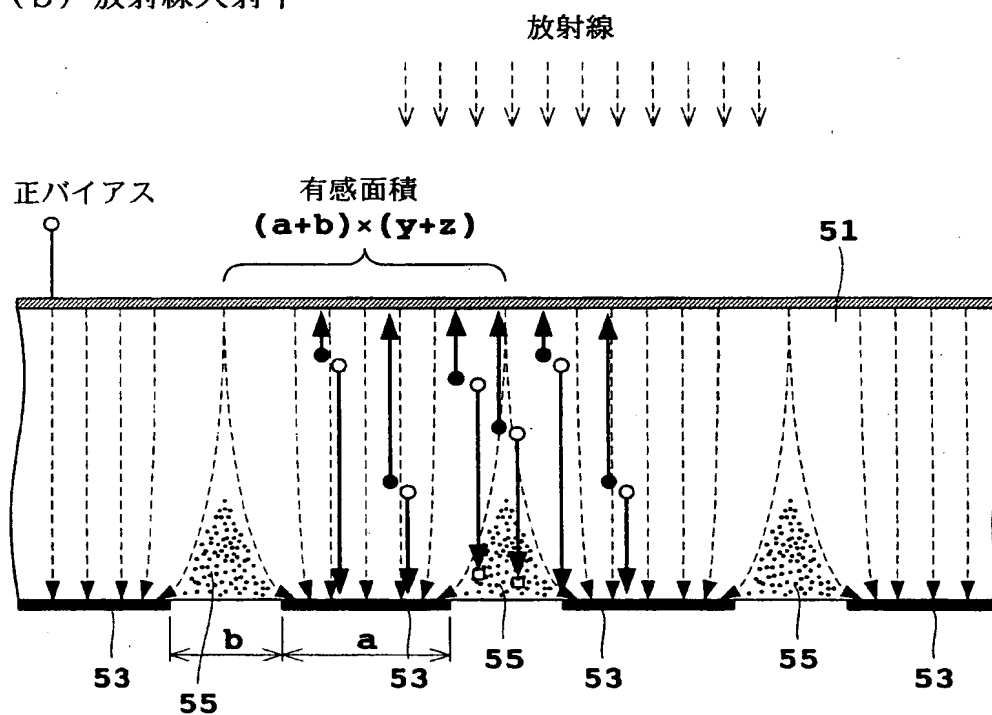


【図10】

(a) 放射線入射前

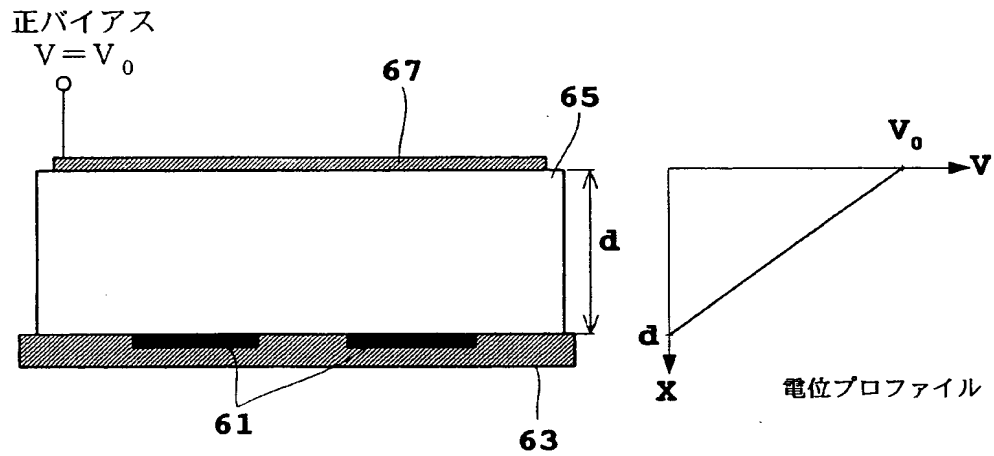


(b) 放射線入射中

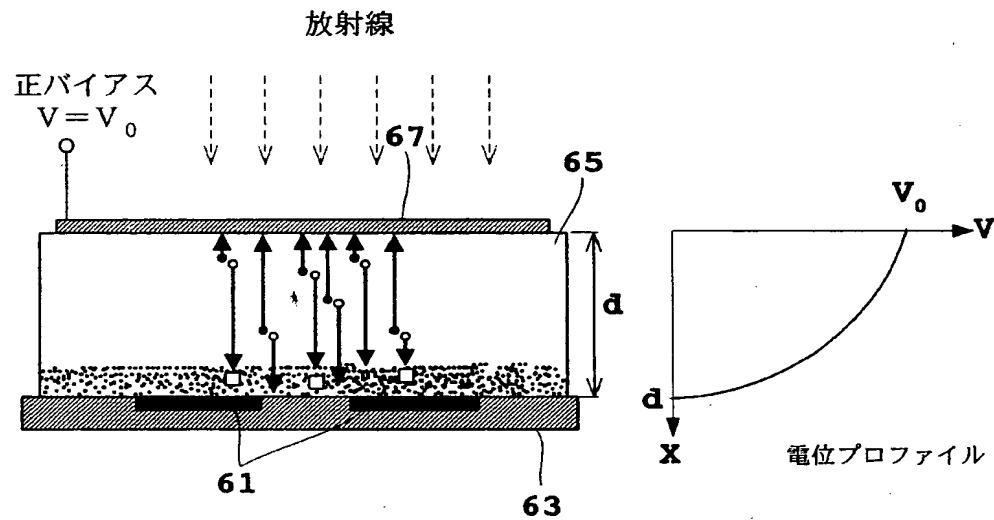


【図 11】

(a) 放射線入射前



(b) 放射線入射中



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光照射によって分割電極を備えた放射線検出器に発生する電界を安定化させることにより、感度変動のない放射線検出器を提供する。

【解決手段】 面発光プレート 1 1 から光を照射することにより、放射線入射前の状態でも、光によって発生した電荷のうち一方が分割電極 3 間のスペースの領域にすでに溜まっている（符号 A で示す）。したがって、半導体厚膜 7 中に点線矢印で示すように電気力線が歪み、有感面積は最初から  $(a + b) \times (y + z)$  となる。移動する電荷は、電気力線に沿って分割電極 3 に到達し、分割電極 3 間のスペースにさらに電荷が溜まることがないので、電気力線の状態も有感面積も変化せず感度変動は起こらない。

【選択図】 図 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001993]

1. 変更年月日 1990年 8月27日

[変更理由] 新規登録

住 所 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地

氏 名 株式会社島津製作所